

LA EVAPORACION

Es éste un elemento meteorológico al que no se suele dar la importancia que merece. Quizás por ello hasta hoy, que sepamos, no ha sido hecho para España ningún estudio sobre esta cuestión. Sólo conocemos el trabajo de nuestro compañero, el meteorólogo don Inocencio Font, sobre «La evaporación en la isla de Tenerife» («Boletín Climatológico», febrero 1951), que es de índole muy distinta a éste, ya que no es un estudio a base de los datos del evaporímetro de las diversas estaciones meteorológicas, sino una determinación, mediante la fórmula de Penman, de la evaporación hipotética que tendría lugar si la superficie estuviera cubierta de una capa de agua libre expuesta al aire.

Por eso iniciamos en este Calendario de 1956 una nueva sección sobre el tema, recopilando los datos de España peninsular y Baleares del período 1901-1930, entre los que hemos recogido los correspondientes a enero (mes de mínima evaporación), a julio (máxima) y al año medio. Con dichos datos, contenidos en los cuadros que se incluyen, se han confeccionado los mapas que se adjuntan, para enero, julio y año medio. En cada estación del mapa van colocados los siguientes datos: arriba, la evaporación en milímetros de agua (corresponde cada milímetro a un litro por metro cuadrado); abajo, la lluvia media del lugar (en iguales unidades que la evaporación); a la izquierda, la temperatura media en grados centígrados y décimas, y a la derecha, la humedad relativa en por ciento. Uniendo los puntos de igual evaporación, se han obtenido las isolíneas corres-

pondientes al campo de «posible evaporación media» o «evaporación potencial media». Y decimos «posible», porque, como se ve, tanto en los cuadros de datos como en los mapas, en general la lluvia caída es inferior en cantidad al agua que podría evaporarse.

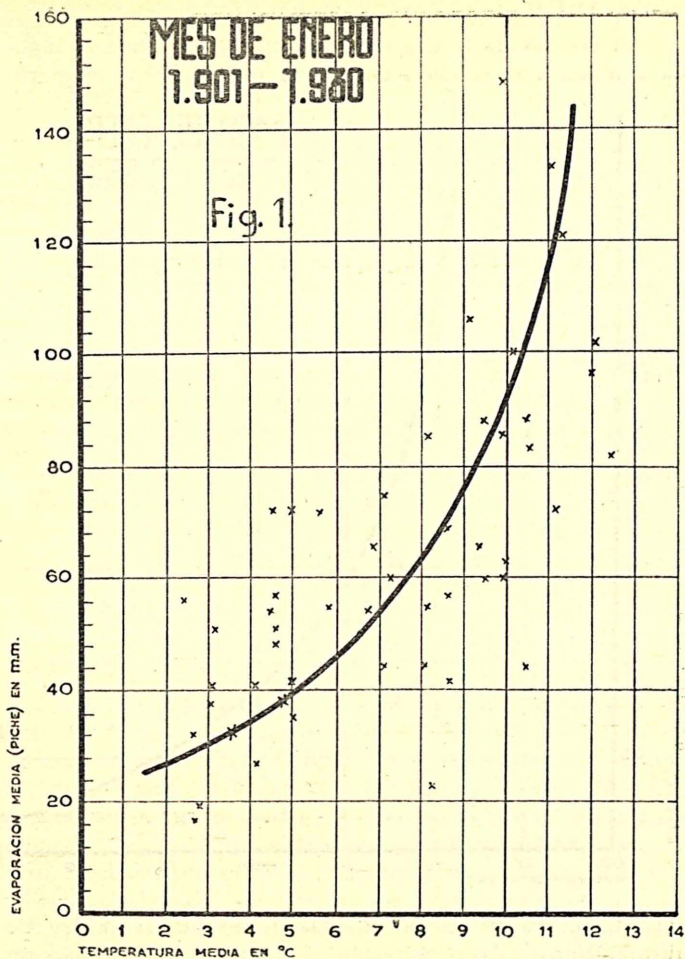
Todos los datos existentes son resultado de mediciones hechas en cada estación con el evaporímetro Piche, que es el más sencillo de los que se conocen y, probablemente, el más práctico. A pesar de todo, los datos existentes de evaporación necesitan de una crítica concienzuda, pues es harto conocido que es muy difícil obtener datos exactos y comparables sobre evaporación. Y, aún tratándose del evaporímetro Piche, hemos podido comprobar la existencia de tubos de distintos calibres que, al utilizarse con discos de papel de filtro de igual diámetro para todos, hace que las condiciones de evaporación en los diferentes modelos no sean idénticas. Pero antes de entrar en la crítica vamos a fijarnos en otros detalles:

Relaciones evaporación - temperatura y evaporación - humedad relativa.

Entre otras, hay dos leyes de la evaporación que nos afirman que la evaporación de un líquido aumenta al hacerlo la temperatura y disminuye al aumentar la humedad relativa del medio ambiente. Utilizando los datos de los cuadros adjuntos, hemos calculado, «como muestra», dichas relaciones para el mes de enero.

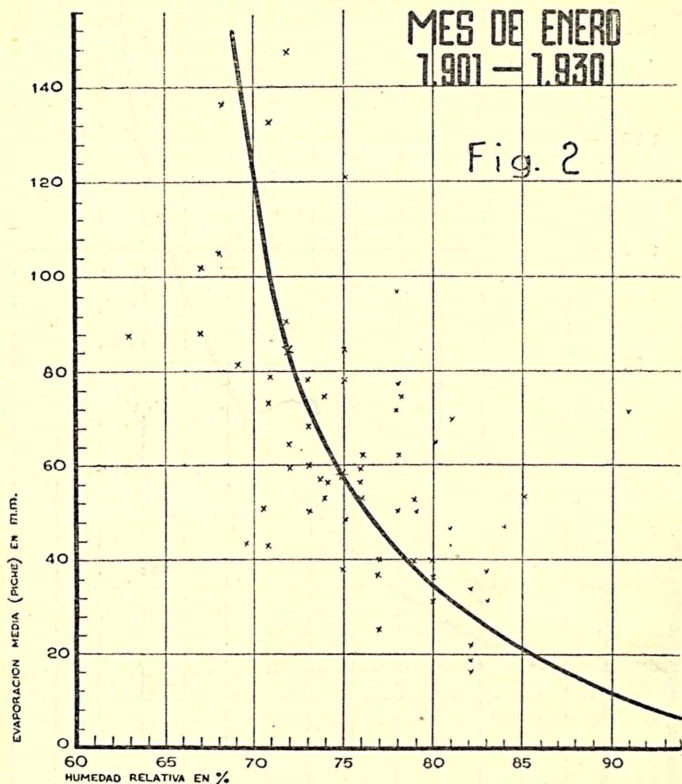
La figura 1 da la relación evaporación-temperatura, por término medio, en dicho mes. La nube de puntos obtenida ofrece una dispersión no muy grande a ambos lados de la «curva de mejor adaptación». Hallada la ecuación de ésta, considerándola en primera aproximación como un arco de parábola, hemos encontrado que, de un modo aproximado, la relación evaporación-temperatura en el mes de enero puede, por término medio, ajustarse a la expresión:

$$E_v = 1,22 \ t^2 - 5,22 \ t + 27,56$$



válida entre los límites de temperatura $t = +1,5^{\circ}\text{C}$ y $t = +11,5^{\circ}\text{C}$.

En el caso de la evaporación-humedad relativa, la figura 2 muestra la relación en que se hallan dichas magnitu-



des. La curva de mejor adaptación obedece a la ley de disminución de la evaporación al aumentar la humedad relativa, tendiendo aquélla al valor cero, cuando la humedad

relativa tiende a 100 por 100. No obstante, aquí la dispersión de la nube de puntos es mayor que en el caso de la temperatura. La consecuencia es que lo que más influye en la evaporación es la temperatura ambiente.

Examen crítico de las observaciones del evaporímetro.

«De la discusión nace la luz.» No hay, pues, motivo para no ser un poco despiadados con nosotros mismos (en este caso, con las observaciones hechas en estaciones de nuestro Servicio) si de ello puede salir beneficiada la propia Meteorología. Sin embargo, no es nuestro propósito en esta «iniciación a la preocupación» por tan interesante tema hacer ninguna crítica ni estudio profundo y detallado que, por salirse de los límites de lo que debe ser un Calendario, dejamos para otro tipo de publicaciones. Simplemente queremos exponer las reflexiones que nos sugiere el examen de los datos contenidos en los cuadros y mapas citados.

Enero.—No parece haber motivo para que la evaporación sea mayor en el vértice del golfo de Vizcaya que en el resto de la costa cantábrica. La temperatura que, como hemos visto, es lo que más influye en la evaporación, es menor en San Sebastián que en el resto de los observatorios de la costa, incluyendo La Coruña. La humedad relativa es superior a la de todos, salvo Coruña. En cuanto al viento, en el que pudiera pensarse como una explicación, no la da tampoco, pues tiene valores medios ligeramente inferiores a Bilbao y muy inferiores a Santander, por ejemplo. Lógicamente hay que sospechar que el dato de evaporación media de San Sebastián es excesivo, y quizás también que los de Santander y Gijón son defectivos. Posiblemente pudiera encontrarse una explicación en el hecho de tratarse de observaciones efectuadas en Monte Igueldo, ya que la intensidad de la radiación solar es, a esas alturas, mayor, lo cual hace aumentar la evaporación.

El dato de Santiago de Compostela se nos antoja excesivamente bajo, sin más que compararlo con Pontevedra y Orense, después de tener en cuenta temperatura y humedad relativa y consultar los datos del viento.

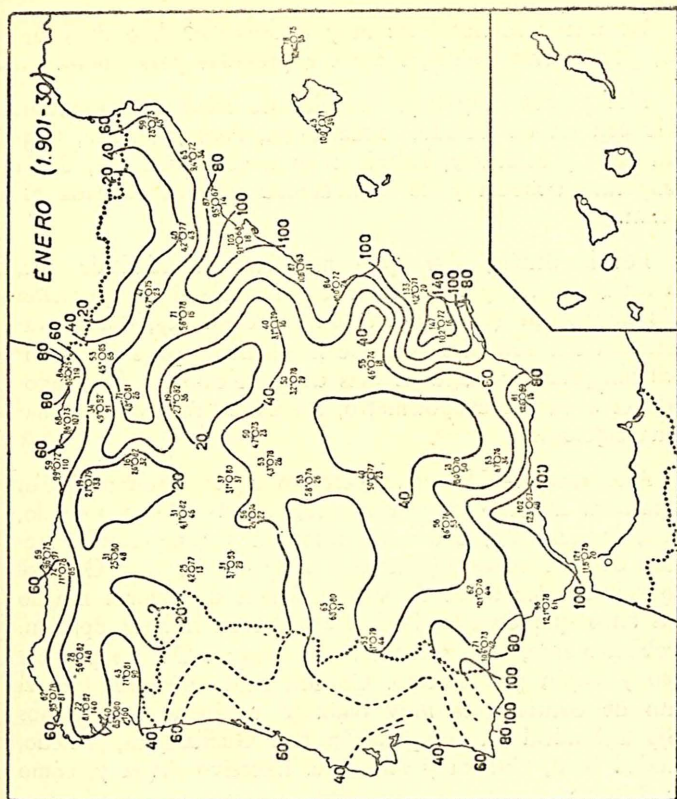
Igualmente encontramos por demás excesivo el dato de Murcia, que ponemos en cuarentena, pues el de Alicante, que quizás sea excesivo también, es inferior a él en 14 milímetros, siendo así que tiene mayor la temperatura y menor la humedad relativa. Por otra parte, Valencia, Castellón y Almería, situadas más o menos en análogas circunstancias, con temperatura igual o mayor que Murcia y humedades relativas iguales o menores, dan valores muy inferiores de evaporación que la repetida Murcia. Hemos consultado también en este caso los datos de viento y no encontramos tampoco nada que pueda explicar el alto valor de la evaporación en Murcia.

Por análogas razones encontramos excesivos, aunque no tanto como en el caso anterior, los valores de Avila, Cuenca, Teruel y Segovia (por este orden) al compararlos con los de Madrid, Guadalajara, Soria y Burgos en conjunto, a no ser que tengamos en cuenta la mayor radiación solar por la altitud.

Nos parecen pecar algo por defecto Sevilla, Córdoba, Jaén y Huelva, dadas las altas temperaturas de que disfrutan.

Por fin, no nos parece lógico que Badajoz, con temperatura apreciablemente mayor y humedad relativa ligeramente inferior que Cáceres, tenga, sin embargo, 12 milímetros menos de evaporación. Una de estas dos estaciones, o quizás ambas, no dan un valor medio correcto de la evaporación en el período a que nos referimos.

Mes de julio.—Volvemos a encontrar extraña, por excesiva, la evaporación de San Sebastián y, además, la de



Evaporación potencial en mm.

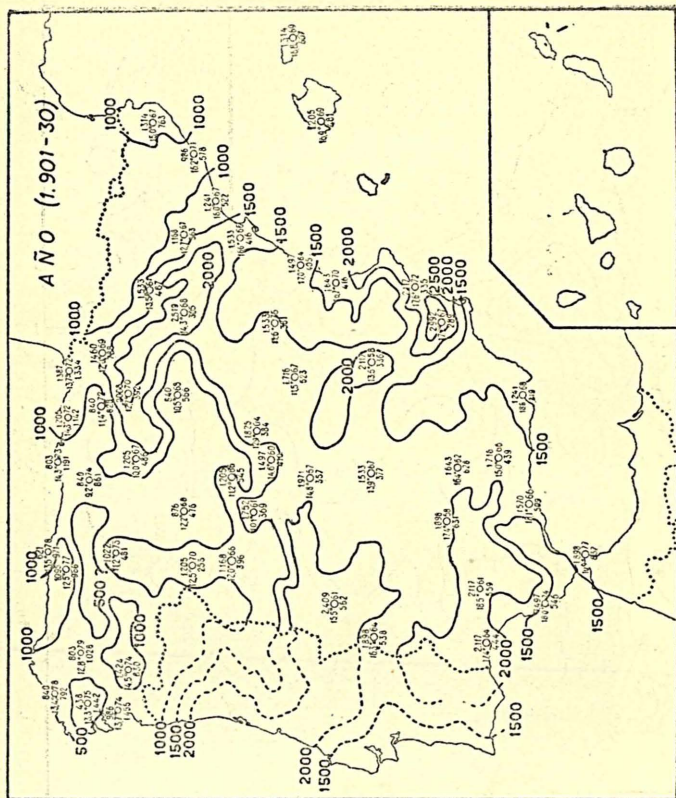
Bilbao. Y, por defecto, la de Santiago. Se nos ocurre la misma crítica que en el caso de enero para la costa cantábrica y Galicia.

De nuevo se nos hace muy excesivo el dato de Murcia, por razones análogas a las expresadas para enero.

Nos parece muy bajo el valor de Madrid, comparándolo con los de Toledo, Guadalajara, Avila, Cuenca, Ciudad Real y Albacete, habida cuenta, como siempre, de la temperatura media y de la humedad relativa de cada estación.

Por lo demás, sólo apuntamos la posibilidad de que, en las zonas en que aparecen los máximos de evaporación más destacados (excepto en Murcia, claro es), dicha evaporación sea aún más alta que la señalada, pues no es difícil imaginar que algunos días de gran calor se haya agotado el agua del evaporímetro, sin advertirlo hasta la mañana siguiente.

Año medio.—Un poco excesivo sigue resultando San Sebastián. Extrañísima la diferencia entre Gijón y Oviedo, pues, lógicamente, dadas su humedad y temperatura medias, debería tener Gijón más evaporación que Oviedo. Consultados los datos de viento, Gijón da valores mucho más altos que Oviedo, lo que abunda en nuestra opinión. Probablemente, ambos datos son erróneos: Oviedo por exceso y Gijón por defecto. Continuamos opinando que el dato de Santiago es muy bajo. Y también encontramos bajo a Madrid en comparación con Guadalajara, Toledo, Ciudad Real, Cuenca y Albacete. Excesivo Avila y, cómo no, Murcia. A Almería, un poco bajo en comparación con Valencia, Castellón, etc. De todas formas, los valores medios del año nos parecen en general más comparables, y más suavizados los posibles errores, cosa que, por otra parte, es natural que ocurra.



Evaporación potencial media en mm.

EVAPORACION MEDIA EN mm. (PERIODO 1901-1930)

ESTACION	ENERO				JULIO				AÑO			
	Evaporación	Lluvia mm.	Tempera- tura mm. °C	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia mm.	Tempera- tura mm. °C	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia mm.	Tempera- tura mm. °C	Humedad relativa %
La Coruña	62	81	9,5	78	93	28	17,7	78	840	792	13,4	78
Santiago	22	140	8,1	82	59	55	18,9	68	438	1442	13,3	75
Pontevedra	40	160	8,5	80	133	39	19,2	68	986	1455	13,7	74
Orense	43	90	7,1	81	310	18	22,2	66	1424	830	14,5	74
Oviedo	74	85	7,1	78	121	44	17,8	78	1095	966	12,5	77
Gijón	59	97	9,6	75	53	46	18,3	78	621	971	13,5	78
Santander	59	110	9,9	72	74	58	19,1	74	803	1191	14,3	73
Bilbao	68	107	8,6	73	133	51	19,6	72	1205	1142	14,3	72
San Sebastián	84	119	8,2	75	146	71	19,0	74	1387	1334	13,7	72
Salamanca	31	29	3,7	83	214	14	21,2	46	1163	396	12,0	66
León	31	48	2,5	80	171	19	20,3	61	1022	481	11,2	73
Zamora	25	13	4,2	77	229	5	21,4	62	1205	255	12,5	70
Burgos	16	32	2,6	82	220	20	18,0	53	1205	486	10,0	67
Soria	19	36	2,7	82	155	27	19,7	52	840	566	10,5	68
Avila	56	22	2,4	74	285	12	19,6	41	1752	369	10,1	61
Segovia	37	37	3,1	80	208	17	20,8	47	1205	545	11,2	66
Madrid	37	25	4,8	77	189	9	23,2	43	1132	420	13,3	62
Guadalajara	50	23	4,7	73	310	15	22,5	39	1825	384	12,9	64
Toledo	51	26	5,8	74	347	8	25,4	37	1971	357	14,8	57
Cuenca	50	29	3,2	78	295	16	21,3	52	1716	523	11,5	67
Ciudad Real	40	23	5,0	77	276	3	24,3	56	1533	377	13,9	67
Albacete	56	18	4,6	74	369	15	23,9	36	2117	336	13,6	58
Cáceres	65	51	6,8	80	406	5	25,5	37	2409	562	15,5	61
Badajoz	53	44	8,1	79	319	6	25,3	48	1898	538	16,3	64

ESTACION	ENERO				JULIO				AÑO			
	Evaporación	Lluvia °C..	Temperatura mm..	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia °C..	Temperatura mm..	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia °C..	Temperatura mm..	Humedad relativa %
Vitoria	34	91	4,9	82	109	43	18,4	63	840	828	11,4	72
Logroño	71	26	4,8	81	316	24	20,9	50	2008	392	12,7	70
Pamplona	53	65	4,5	85	211	36	19,8	53	1460	788	12,0	69
Huesca	47	23	4,7	75	245	20	23,1	46	1533	487	13,5	61
Teruel	40	16	3,1	79	260	23	21,3	69	1533	381	11,6	75
Zaragoza	71	15	5,6	78	363	19	23,4	59	2519	305	14,3	68
Lérida (1939-42)	40	43	4,2	77	183	17	24,0	53	1168	363	12,7	67
Gerona	59	43	7,3	73	183	36	23,2	58	1314	763	15,0	67
Barcelona	65	34	9,4	72	115	28	23,5	68	986	578	16,2	71
Tarragona	87	14	9,5	67	121	15	22,9	69	1241	522	16,0	77
Tortosa	105	18	9,1	68	167	11	24,6	63	1533	416	15,6	66
Castellón	87	11	10,5	63	158	9	24,1	66	1497	405	17,0	64
Valencia	84	24	10,0	72	195	11	24,0	66	1643	416	16,7	70
Alicante	133	20	11,2	71	233	6	24,3	73	2117	335	17,6	72
Murcia	149	16	10,2	72	453	3	25,7	59	2993	289	17,7	67
Sevilla	61	44	10,1	76	338	2	27,7	44	2117	559	18,5	61
Córdoba	56	53	8,6	76	338	2	27,4	36	1898	631	17,4	58
Jaén	43	50	8,0	70	316	1	26,6	47	1643	628	16,4	62
Granada	53	34	6,7	76	307	4	24,0	53	1716	439	15,0	66
Huelva	71	42	10,6	73	316	0	24,1	52	2117	444	17,4	64
Ceuta (1941-50)	121	70	11,5	75	217	1	22,4	75	1808	837	16,9	77
Cádiz	96	61	12,1	78	167	2	23,8	68	1497	546	18,0	74
Málaga	102	48	12,3	67	183	1	24,5	61	1570	509	18,1	66
Almería	81	15	12,6	69	146	0	25,1	65	1241	219	18,6	68

ESTACION

ESTACION	ENERO				JULIO				AÑO			
	Evaporación	Lluvia °C.	Temperatura mm.	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia °C.	Temperatura mm.	Humedad relativa %	Evaporación	Lluvia °C.	Temperatura mm.	Humedad relativa %
Palma de Mallorca	43	39	10,0	71	177	8	24,5	66	1205	431	16,9	69
Mahón	78	55	10,6	75	161	8	23,7	61	1314	607	16,8	69
Algeciras	99	163	10,2	75	143	0	22,7	68	1278	860	16,5	73
Lugo (41-50)	28	148	5,6	82	93	27	18,5	69	803	1028	12,8	79
Reinosa (41-50)	19	133	2,1	79	121	28	16,1	70	849	861	9,2	74
Valladolid (31-40)	31	46	4,1	82	149	13	21,6	47	876	476	12,2	68
Jerez de la Frontera (21-30)	68	37	10,1	80	167	0	24,6	60	2008	600	18,0	71
Barajas Aeropuerto (45-50)	53	26	4,3	78	254	17	25,7	38	1497	410	14,6	60
Los Alcázares (41-50)	74	29	8,5	74	121	1	23,3	69	1314	343	16,7	73
San Julián de Vilatorca (12-30)	25	32	2,9	77	115	54	20,5	56	767	763	11,7	67
Montserrat (02-30)	50	41	5,4	70	140	29	20,6	61	949	709	12,7	68
Veruela (15-30)	50	22	4,6	76	121	21	19,9	56	876	482	11,7	65
Ribadeo (27-29-30)	96	85	9,1	—	78	40	18,3	—	1205	1047	13,5	—
La Vid (Burgos)	47	28	3,0	81	285	15	20,0	46	1752	424	10,9	65
Oña (Burgos) (13-20)	47	52	3,8	84	140	35	18,1	62	1022	648	10,9	73
Vigo (Pontevedra) (41-50)	78	160	9,8	75	133	26	20,0	72	1241	1221	14,9	72
La Guardia (Pontevedra) (1-5-9-10-11)	37	103	8,0	83	102	16	20,7	72	949	1172	14,5	78
Figuera (Gerona) (15-20)	74	35	7,6	74	152	43	23,1	62	1314	843	15,1	67
Ruidabella (Tarragona) (14-30)	50	19	4,6	79	152	14	22,4	61	1095	538	13,3	72
El Escorial (Madrid) (1-2-7-9-10-11-12)	78	51	5,0	71	195	12	21,7	53	1463	872	12,2	68
Cazalla (Sevilla) (23-26-27)	90	33	—	72	133	6	—	47	1205	503	—	63
Baeza (Jaén) (17-30)	59	43	6,9	76	301	3	25,4	46	1752	605	15,1	65
Onteniente (Valencia) (27-30)	50	31	8,1	71	152	10	23,3	49	1095	590	15,6	62
Reguera (Valencia) (21-30)	78	18	4,4	73	140	15	21,6	52	1205	339	18,8	65
Sanlúcar (Cádiz) (13-30)	71	43	10,3	90	229	1	23,7	77	1716	478	16,9	83
Denia (Alicante) (21-30)	136	31	11,6	68	248	4	25,8	69	2154	578	18,3	70
Villena (Alicante) (21-27)	37	11	5,0	75	109	11	21,0	60	1059	330	12,5	71

Para terminar, queremos destacar la notable coincidencia de que las estaciones que, en la simple discusión crítica que hemos hecho guiados por los correspondientes mapas, dan valores al parecer anómalos para la evaporación, son los mismos cuyos puntos representativos en los diagramas de las figuras 1 y 2 presentan las mayores dispersiones relativas con respecto a la curva de mejor adaptación.

Madrid, noviembre de 1955.

M. M.